FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNEE 1966 Nº

THESE 984

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

MADAME CHAIX MICHÈLE

Interne du Centre National d'Ophtalmologie des QUINZE-VINGTS

Née le 30 Octobre 1938 à CERCY-la-TOUR (Nièvre)

Présentée et soutenue publiquement le

CONSIDERATIONS SUR

LES VARIATIONS DE LA TOPOGRAPHIE CORNEENNE

PRÉSIDENT : MONSIEUR LE PROFESSEUR G. OFFRET

ROGER VEZIN - 48, rue de la Santé - PARIS - XIVº

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNEE 1966 N°

THESE

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

MADAME CHAIX MICHÈLE

Interne du Centre National d'Ophtalmologie des QUINZE-VINGTS

Née le 30 Octobre 1938 à CERCY-la-TOUR (Nièvre)

Présentée et soutenue publiquement le

CONSIDERATIONS SUR

LES VARIATIONS DE LA TOPOGRAPHIE CORNEENNE

PRÉSIDENT : MONSIEUR LE PROFESSEUR G. OFFRET

ROGER VEZIN - 48, rue de la Santé - PARIS - XIVe

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

1 - 1 - 1966

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. ALAJOUANINE (T.), AUBIN (A.), BENARD (H.), BINET (L.), BULLIARD (H.), CATHALA (J.), CHABROL (E.), CHAILLY-BERT (P.), DEBRE (R.), FEY (B.), GALLIARD (H.), GAUDART d'ALLAINES(F.de) GENNES (L. de), HALPHEN (E.), HAZARD (R.), HEUYER (G.), LAROCHE (G.), LAVIER (G.), LELONG (M.), LEVY-SOLAL (E.), LIAN (C.), MARCHAL (G.), MATHIEU (P.), MONOD (R.), MOREAU (R.), MOULONGUET (P.), PASTEUR VALLERY RADOT, PETIT-DUTAILLIS (D.), PIEDELIEVRE (R.), QUENU (J.), RENARD (G.), RICHET (C.), SENEQUE (J.), STROHL (A.), TANON (L.), VERNE (J.).

DOYEN	Georges BROUET
1er Assesseur	(Daniel BARGETON
2ème Assesseur	(Jean COSSET

I.- P R O F E S S E U R S

1° - CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a.- Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.)
Anatomie et cytologie pathologiques	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Bactériologie et Virologie	TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.F.)
" "	POLONOVSKI (J.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	MALMEJAC (J.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Biophysique médicale	BUGNARD (L.)
" "	DOGNON (A.)
" "	DJOURNO (A.)
Cancérologie médicale et sociale	DENOIX (P.)
Chimie pathologique	SCHAPIRA (G.)
Embryologie	TUCHMANN (H.)

Génétique fondamentale	LEJEUNE (J.)
Histoire de la Médecine et de la Chirurgie	COURY (Ch.)
Histologie	CIROUD (A.)
Hygiène et Médecine préventive	BOYER (J.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale	DEROBERT (L.)
Microbiologie (Bactériologie et Virologie)	FASQUELLE (R.)
Parasitologie	BRUMPT (L.C.)
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
" "	KUSS (R.)
" "	VERNE (J.M.)
Pathologie exotique	N ...
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.P.)
Pathologie médicale	LAROCHE (Cl.)
" "	BRICAIRE (H.)
" "	PEQUIGNOT (H.)
Pathologie respiratoire	TRUIAF (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	N ...
Pharmacologie	CHEYMOL (J.)
"	LEVY (Melle J.)
Physiologie	BARGETON (D.)
"	PARROT (J.)
Physiologie et pathologie obstétricales	LEPAGE (F.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale et Chirurgie expérim.	CAUCHOIX (J.)
Thérapeutique	CONTE (M.)
Thérapeutique appliquée	LAMOTTE (M.)

b.- Professeurs à titre personnel :

Anatomie anthropologique	OLIVIER (G.)
Anatomie pathologique	NEZELOF (Ch.)
Bactériologie	BARBIER (P.)
Biochimie médicale	DESGREZ (P.)
" "	DREYFUS (J.Cl.)
Biologie médicale	BOURLIERE (F.)
Histologie	COUJARD (R.)
Parasitologie	LARIVIERE (M.)
Pathologie expérimentale	LOEPER (J.)
	RICHET (G.)
Physiologie	DEJOURS (P.)
"	SCHERRER (J.)
Physique médicale	KELLERSHOHN (L.)
	GOUGEROT (L.)
	ROUCAYROL (J.Cl.)

	MM.
Physique médicale	TUBIANA (M.)
Radiologie médicale	FISCHGOLD (H.)

2.- CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a.- Professeurs titulaires :

Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)	REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)	SOULIE (P.)
" " (Boucicault)	LENEGRE (J.)
Beaujon	LORTAT-JACOB (J.L.)
-	N ...
Cochin	LEGER (L.)
Hôtel-Dieu	PATEL (J.)
Saint Antoine	GOSSET (J.)
Salpêtrière	SICARD (A.)
Tenon	OLIVIER (Cl.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traum. (Cochin)	MERLE d'AUBIGNE(R.)
" " " (Foch) "	PADOVANI (P.)
Clinique de chirurgie infantile et orthop. (Enf.Malades)	FEVRE (M.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)	DUBOST (Ch.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laennec)	MATHEY (J.)
Clinique dermatologique (Saint Louis)	DUPERRAT (F.)
Clinique endocrinologique (Pitié)	DECOURT (J.)
Clinique de génétique médicale (Enf.malades)	LAMY (M.)
Clinique gynécologique (Broca)	HUGUIER (J.)
Clinique des maladies cutanées et syphil. (Saint Louis)	DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants (Enf.Mal.)	TURPIN (R.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude Bernard)	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte Anne)	DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)	HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)	BERNARD (J.)
Clinique des maladies du syst.nerveux (Salpêtrière)	CASTAIGNE (P.)
Cliniques médicales (Bicêtre)	DEPARIS (M.)
(Broussais)	MILLIEZ (P.)

	MM.
Cliniques médicales (Cochin)	BROUET (G.)
(Hôtel-Dieu)	BARIETY (M.)
(Lariboisière)	DE SEZE (S.)
(Pitié)	DREYFUS (G.)
(Saint Antoine)	KOURILSKY (R.)
(Saint Antoine)	BOUDIN (G.)
Clinique d'hydrœlogie et de climatologie (Bichat)	DEBRAY (Ch.)
Clinique médicale infantile et pédiatrie sociale (Enfants Malades)	MARIE (J.)
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	JUSTIN-BESANCON (L.)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)	DEROT (M.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)
Clinique neurologique (Salpêtrière)	GARCIN (R.)
Cliniques obstétricales (Baudelocque)	LACOMME (M.)
(Saint Antoine)	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	OFFRET (G.)
Clinique ophtalmologique (Cochin)	BREGEAT (P.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)
Clinique de pédiatrie	MOZZICONACCI (P.)
Clinique de pédiatrie et de puériculture (St Vincent de Paul)	THIEFFRY (S.)
Clinique de pneumo-phtisiologie (Laennec)	BERNARD (E.)
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	COSTE (F.)
Clinique stomatologique (Salpêtrière)	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	ROUX (M.)
Clinique thérapeutique médicale (St-Antoine)	LEMAIRE (A.)
Clinique toxicologique	GAULTIER (M.)
Clinique traumatologique et orthopédique (R.Poincaré)	JUDET (R.)
Clinique urologique (Cochin)	ABOULKER (P.)
" " (Necker)	COUVELAIRE (R.)
Hygiène et Clinique de la première enfance (Trousseau)	LAPLANE (R.)
Semeiologie médicale (A. Chantin)	DOMART (A.)

MM.

Séméiologie médicale (Lariboisière)	BOUVRAIN (Y.)
" " (Pitié)	RAMBERT (P.)
" " (Rothschild)	WOLFROMM (R.)
Séméiologie et clinique chirurgicales (Broussais)	POILLEUX (F.)

b.- Professeurs à titre personnel :

Hématologie	ANDRE (R.)
	BOUSSER (J.)
Hydrologie et Climatologie	GIBERTON (A.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.)
Médecine	AZERAD (E.)
	BOUR (H.)
	GROSSIORD (A.)
	LAMBLING (A.)
	LAUNAY (Cl.)
	PAYET (M.)
	PERRAULT (M.)
	SIGUIER (F.)
	WORMS (R.)
Neuro-Chirurgie	LE BEAU (J.)
Neurologie	LHERMITTE (F.)
Neuro-psychiatrie	PICHOT (P.)
Oto-Rhino-Laryngologie	MADURO (R.)
Pédiatrie	POLONOVSKI (Cl.)
	ROYER (P.)
Pneumo-Phtisiologie	KREIS (B.)
	MEYER (A.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.)

II.- PROFESSEURS SANS CHAIRE

Anatomie	CABROL (Ch.)
Anatomie pathologique	GOYYGOU (Ch.)
Anesthésiologie	VOURC'H (G.)
Bactériologie	CHRISTOL (D.)
Biochimie médicale	CARTIER (P.)
	CONNARD (P.)
Biologie médicale	HARTMANN (L.)
Hématologie	BILSKI-PASQUIER (G.)
Maladies infectieuses	DUPONT (V.)

	MM.
Physique médicale	COURSAGET (J.)
	GREMY (F.)
Physiologie	GIRARD (Fr.)
Stomatologie	CHAPUT (Mme A.)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P.)

III.- PROFESSEURS DETACHES DANS LES UNIVERSITES ETRANGERES

Bactériologie	HAUDUROY (P.) Pr. s. ch.
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J.) Pr.s.ch.

IV.- PROFESSEUR ASSOCIE

Statistique médicale et épidémiologique	SCHWARTZ (D.)

Secrétaire Général de la Faculté	M. LENA (J.)
Conseillers administratifs	Melle CHAINTREUIL (G.)
	M. FAYE (R.)
Conservateur en Chef de la Bibliothèque Conservateur du Musée d'histoire de la Médecine	M.le Dr HAHN (A.)
Conservateurs	Melles DUMAITRE (P.) LAURENT (H.)
	LE NOIR (G.)
Bibliothécaires	Mmes CONTET (J.), FORGET (E.)
	Melles DUROZOY (M.F.)
	ROBERGE (D.) Dr.SCHILLER (J)

Par délibération, en date du 9 Décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

" La courbure qui est en la partie de la première
" peau et la réfraction qui s'y fait, est cause que les rayons
" qui viennent des objets qui sont vers les côtés de l'oeil,
" peuvent entrer par la prunelle et ainsi que, sans que l'oeil
" se remue, l'âme pourra voir plus grand nombre d'objets,
" qu'elle ne pourrait faire sans cela . "

D E S C A R T E S

Traité de l'Homme.

A MES PARENTS,

Dont l'affection et la bienveillance
m'aidèrent durant toutes mes études.

En témoignage de mon profond attachement.

A MON EPOUX,

A MON FRERE,

A MES BEAUX-PARENTS,

A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS,

A TOUS CEUX QUE LA MORT A RAVI A MON AFFECTION.

A Monsieur le Docteur O F F R E T

Professeur de Clinique Ophtalmologique à la Faculté de Médecine de PARIS,

Ophtalmologiste des Hôpitaux de PARIS,

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter de présider cette thèse.

Avec nos sentiments de très respectueuse admiration.

A Monsieur le Docteur M A S S I N

Ophtalmologiste des Quinze - Vingts

- Qui assista nos premières émotions chirurgicales,

Qui nous a suggéré le sujet de ce travail et nous a procuré le matériel nécessaire.

En témoignage de notre gratitude
et de notre respectueux attachement.

A Monsieur le Professeur B O N N E T

Sous-Directeur au M U S E U M,

Dont la gentillesse et la bienveillance

ont beaucoup aidé à la réalisation de ce travail,

En témoignage de notre respectueuse gratitude.

A Monsieur le Professeur Agrégé DUBOIS - POULSEN

Ophtalmologiste des Quinze-Vingts

Chez qui nous avons travaillé pendant une année,
avec grand profit,

Qu'il soit assuré de notre respectueuse
reconnaissance.

A Monsieur le Docteur G U I L L A U M A T,

Ophtalmologiste des Quinze-Vingts,

Chez lequel nous pouvons puiser sans fin
des connaissances
et agrandir ainsi notre savoir,

En témoignage de notre très respectueuse admiration.

A Madame le Professeur agrégée F O N T A I N E

Ophtalmologiste des Hôpitaux de PARIS,

Qui nous guida dans nos premiers pas ophtalmologiques,

En témoignage de notre gratitude.

A Monsieur le Professeur Agrégé DESVIGNES,

Ophtalmologiste des Hôpitaux de PARIS,

Avec notre respectueuse reconnaissance,

A Madame le Docteur GODDE -JOLY,

Ophtalmologiste des Quinze-Vingts,

A Monsieur le Docteur H U D E L O

Assistant des Quinze - Vingts ,

- Dont la gentillesse et le savoir inépuisable encouragèrent notre curiosité et affermirent notre goût pour cette discipline,

- En gage de notre fidèle et amical attachement .

Aux Ophtalmologistes Assistants des Quinze-Vingts,

A nos Conférenciers d'Externat et d'Internat,

Qui nous guidèrent toujours avec efficacité,

En témoignage de notre reconnaissante gratitude.

La topographie cornéenne, c'est l'exploration de la cornée à l'aide d'un appareil permettant d'obtenir les rayons de courbure point par point.

L'étude de ces mesures a un intérêt important pour divers motifs, mais en particulier :

- dans les cas d'aphakie où les variations de l'astigmatisme post-opératoire sont souvent considérables et imprévisibles,

- dans l'adaptation des verres de contact qui a mis en évidence la déformabilité de la cornée,

- dans la correction des kératocônes.

HISTORIQUE

De nombreux auteurs ont été préoccupés par l'étude de la forme de la cornée.

Nous citerons HELMHOLTZ, YOUNG, TSCHERNING, JAVAL, GULLSTRAND et BERG.

Mais depuis les travaux de ces deux derniers auteurs, qui utilisèrent la méthode photographique en 1930, il y a eu peu de progrès.

La critique faite aux ophtalmomètres classiques type JAVAL et HELMHOLTZ est la suivante :

Ces appareils ne fournissent qu'un rayon de courbure moyen dans une zone déterminée, alors que l'ophtalmomètre topographique donne les rayons de courbure point par point, on l'appelle également l'ophtalmomètre spécifique.

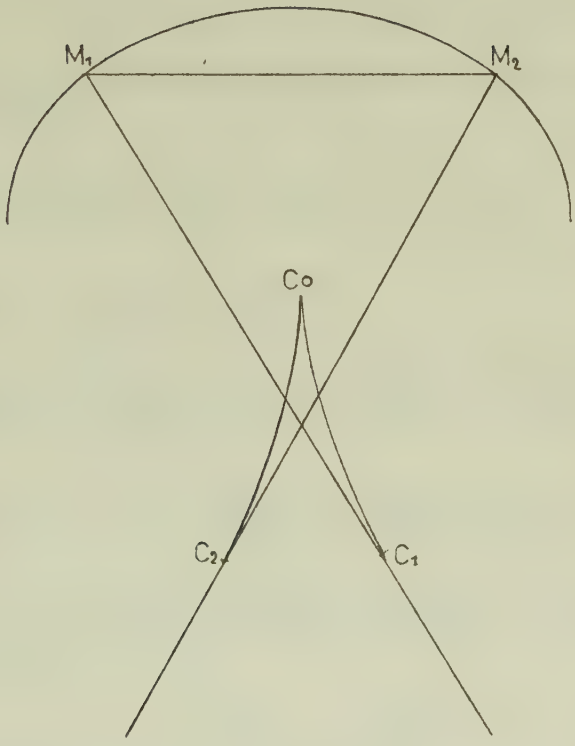
En effet, dans les ophtalmomètres classiques type JAVAL et HELMHOLTZ, les mesures n'aboutissent qu'à un rayon de courbure moyen dans une zone déterminée. Les normales à la surface aux points M_1 et M_2 sont tangentes à une surface dite surface développée aux points C_1 et C_2 qui sont les centres de courbure en ces points. Ces normales se coupent en C qui peut être considéré comme le centre de courbure moyen pour M_1 et M_2.

Pour M_1 M_2 petit et centré approximativement sur un axe de symétrie x'x, C'est peu différent de C_o centre de courbure au sommet S : la mesure classique est alors valable.

Il n'en est pas de même si :

- M_1 M_2 est décentré par rapport à x'x,

- si les rayons de courbure en M_1 et M_2 sont nettement différents, comme dans le kératocône. Dans ces cas, le résultat de l'ophtalmomètre classique ne correspond à aucune réalité physique, d'où le rôle indispensable de l'ophtalmomètre spécifique.


M1
M2
Co
C2
C1

Messieurs BONNET, MASSIN et RAPILLY ont déjà exposé certaines modifications de la topographie cornéenne au cours du port des lentilles de contact. Pour ces études, l'ophtalmomètre topographique est indispensable. En effet, la cornée est un organe élastique qui cède sous la pression pour reprendre plus ou moins sa forme initiale dès que celle-ci se relâche, étant donné la plasticité de la cornée. Les observations de ces auteurs, après port de verres de contact, étaient les suivantes :

- la surface cornéenne subit toujours une déformation après port.

- dans les cas normaux, la cornée retrouve rapidement sa forme initiale, après abandon des lentilles.

- par contre, chez les enfants, la déformation est toujours de grande amplitude.

- dans la plupart des cas, les courbures centrales se cambrent, en même temps que la chambre antérieure augmente de profondeur.

- dans le cas de déformation de grande amplitude, la prudence doit être grande pour un équipement futur.

- enfin, en cas de déformations importantes, les cotes de la lentille seront établies d'après la topographie ayant suivi le port.

- d'autre part, ces auteurs ont retrouvé des déformations cornéennes lors d'accidents cornéens locaux, ou lors de défioiences physiologiques générales, lors d'une grossesse ou après un traitement amaigrissant.

WEALE, qui a étudié les variations de la topographie cornéenne avec la convergence, a montré que si, chez les jeunes gens et les adultes, il n'y avait pratiquement pas de déformation, il n'en était pas de même chez les enfants ou les vieillards.

D'après WEALE, il n'y aurait pas de déformation au cours de l'accommodation.

LUDLOM et WITTEMBERG, de l'Optométric Center de NEW YORK, pensent, au contraire, qu'on peut déceler de telles déformations à condition de bien contrôler l'état d'accommodation de l'oeil au cours des mesures effectuées (ce contrôle s'effectue à l'optomètre objectif à infra rouge).

Enfin, MANDELL et FATT, dans un travail que l'on peut rapprocher des études précédentes, ont étudié à la fois la déformation topographique et la variation d'épaisseur de la cornée au cours du sommeil. Ils ont montré que la cornée se gonflait et s'amincissait au centre d'environ 4 % aussi bien chez le lapin que chez l'homme. Le retour à la normale s'effectuerait en une demi-heure chez le lapin, en une heure chez l'homme : ils expliquent cet écart par la différence de fréquence de clignement chez ces deux sortes de sujets.

Dans de nombreuses publications, REYNOLDS avait parlé de déformations physiologiques de la cornée. Il avait utilisé la kératoscopie photoélectronique et avait trouvé des variations avec le moment de la journée, la température ambiante, les périodes du cycle menstruel.

Dans le Bulletin de la SOCIETE FRANCAISE d'OPHTALMOLOGIE, Mrs BONNET et COCHET avaient dit qu'il existait des modifications topographiques dans la mydriase et le myosis, c'est ce que nous préciserons par la suite. Ils démontraient, d'autre part, l'intérêt que pouvait présenter l'étude de la stabilité ou de la déformabilité cornéenne pour l'adaptation des verres de contact.

DESCRIPTION DES APPAREILS

Il existe actuellement de nombreux kératomètres.

Nous exposerons le fonctionnement de trois de ces appareils :

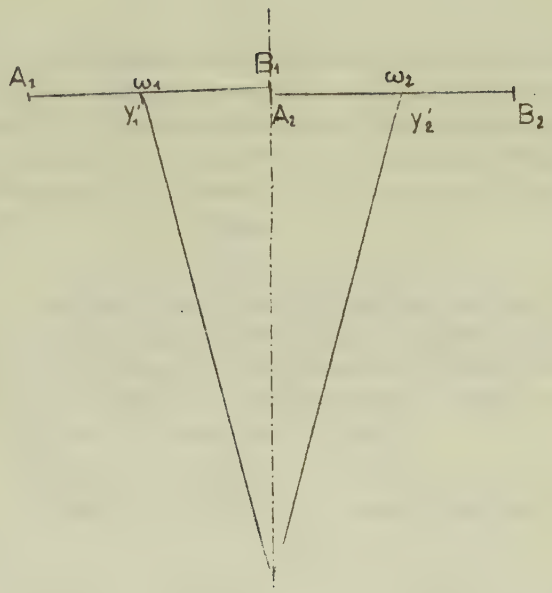
- celui de BAUSCH et LOMB,
- celui de GIRARD,
- celui de BONNET.

PRINCIPE des KERATOMETRES

La plupart des mesures effectuées sont basées sur la relation existant entre le rayon de courbure du dioptre cornéen en un point donné et la grandeur de l'image d'un objet fournie par ce dioptre travaillant comme miroir sphérique autour du point considéré. La relation élémentaire, dans les conditions de l'approximation de GAUSS entre p, distance de l'objet au point considéré du dioptre, y, grandeur de l'objet, y', grandeur de l'image, et r, rayon de courbure, est $r = 2 py'/y$, en négligeant y' petit devant y.

La mesure de y' pour y et p constants et connus donne une valeur absolue de r. Pratiquement, on se contente de mesurer les valeurs relatives de r en étalonnant l'appareil au moyen de billes sphériques réfléchissantes dont le rayon de courbure est connu à 1μ près.

Depuis HELMHOLTZ et JAVAL, la mesure de y' est d'ordre télémétrique, c'est-à-dire que y' est dédoublé en deux segments y'_1 et y'_2 égaux à y'. Lorsque ces deux segments sont mis bout à bout, c'est-à-dire lorsque l'extrémité L_1 de l'un est confondue avec l'origine A_2 de l'autre, on a réalisé un segment dont la longueur est 2 y' ou encore la distance des centres : $W_1 W_2 = y'$.



Il y a deux manières pour y parvenir :

a.- dans l'ophtalmomètre de JAVAL, le dédoublement, c'est-à-dire y', est constant et on fait varier la grandeur y de l'objet pour obtenir la coïncidence B_1 et A_2.

b.- dans l'ophtalmomètre type HELMHOLTZ, on utilise un système duplicateur qui fait varier la grandeur du dédou - blement, autrement dit on fait varier la distance w1 w2 pour obtenir la coïncidence de B_1 et A_2.

I.- LE KERATOMETRE DE BAUSCH ET LOMB

L'appareil est constitué d'une ou plusieurs mires éclairées, l'image cornéenne de celles-ci est mesurée au moyen d'un téléscope ; l'échelle est calibrée en dioptries, basée sur un indice de réfraction de 1,3375. Cet appareil mesure la courbure de la zone centrale de la cornée et la courbure d'une zone périphérique lorsque la fixation change.

De nombreuses erreurs peuvent se produire dans les mesures de la courbure de la périphérie cornéenne, car, d'une part, l'instrument ne mesure pas la courbure d'un point, mais d'une aire de 2,5 à 4 mm. de diamètre ; d'autre part, le centre de rotation de l'oeil varie avec la position de l'oeil.

MANDEL est arrivé aux conclusions suivantes avec cet appareil :

- dans la zone périphérique, le pouvoir de la cornée est constitué par la combinaison des lectures kératométriques centrales et périphériques ;
- la lecture centrale établit le pouvoir de la calotte cornéenne.
- la lecture périphérique résulte de la combinaison du pouvoir de la calotte et du pouvoir du point périphérique.

Si le pouvoir de la calotte FC est connu, ainsi que la lecture kératométrique à un point périphérique FK, le pouvoir de la cornée au point de réflexion de la mire doit être égale à :

$$FK - (FC - FK) = 2\,FK - FC$$

Il a établi des facteurs de correction pour les mesures kératométriques à 7,5° de la limite de la calotte cornéenne :

Différence entre lecture centrale et périphérique.	0 - 0,5	0,5 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	>4
Facteur de correction	0	1	1,5	2	2,5	3

On doit noter que MANDEL définit la calotte cornéenne comme étant la zone cornéenne dont la courbure diffère de la courbure centrale par moins de 0,25 dioptries.

E x e m p l e :

Lecture centrale F C = 42 D

Lecture périphérique F K = 36 D

Le pouvoir de la cornée au point de réflexion est :

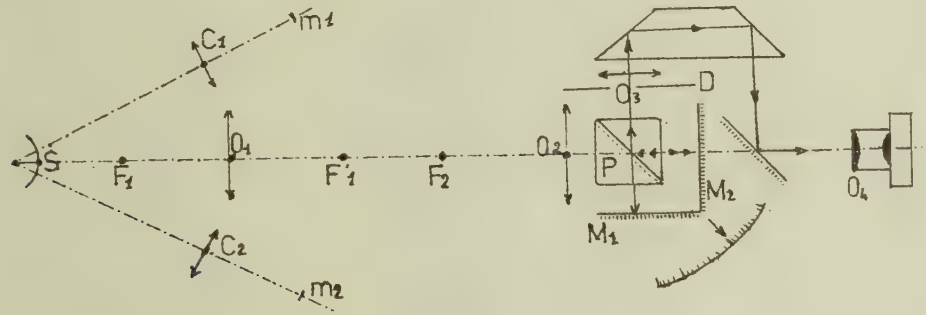
2 FK - FC = 72 D - 42 D = 30 D, en utilisant le facteur de correction de la table ci-dessus.

30 D + 3 = 33 D

II.- LE KERATOMETRE DE GIRARD

L'appareil de GIRARD ne détermine que les limites de "l'apical zone" et ne donne aucun renseignement sur la "tran - sitional zone " et le "peripherical zone".

Il a adjoint à son kératomètre un topogomètre qui est un système d'équivalence : de sorte que, lorsque le point lumineux à fixer se déplace de 6 mm, cela correspond, sur la cornée, à un décentrement de 1 mm., si le point se déplace de 40 mm., cela correspond sur la cornée à 6 mm.



SHEMA du MONTAGE OPHTALMOMETRIQUE (Bonnet)

III.- LE KERATOMETRE DE BONNET

C'est l'appareil que nous avons utilisé pour notre étude. Les images données par réflexion sur la cornée sont examinées par un microscope O_1O_2 de puissance p. Ces images sont ensuite dédoublées par un système formé d'un prisme P et des miroirs M_1M_2. Les images observées par réflexion sur la cornée sont celles de deux mires m_1 et m_2 situées au foyer de deux collimateurs identiques C_1 et C_2 et dont les axes font l'angle : $j = 22°$ avec l'axe de l'instrument.

UTILISATION DE L'APPAREIL

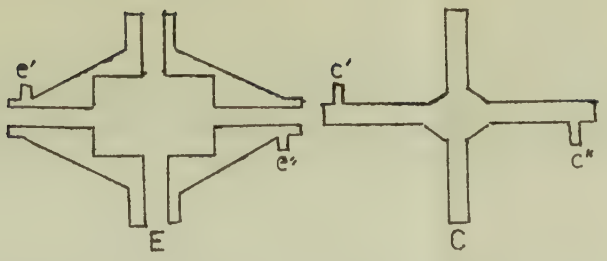
Le sujet, dont la tête est fixée dans une mentonnière spéciale, vise un point de fixation f lié à l'instrument, mais dont la position par rapport à l'instrument est variable. Le point de fixation est réglable à l'amétropie du sujet. La mise au point se fait par le système du palonnier.

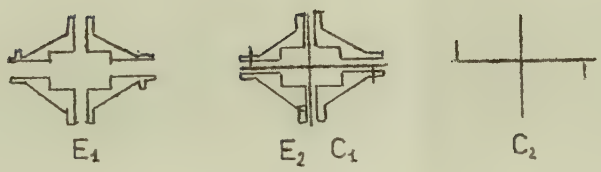
L'appareil fonctionne à la fois comme ophtalmomètre classique par utilisation et dédoublement des deux images des deux mires, et comme ophtalmomètre spécifique par l'utilisation de l'image d'une seule mire et mesure par dédoublement sur cette image.

Il y a donc une double graduation correspondant à un double étalonnage pour les deux domaines, classique et spécifique.

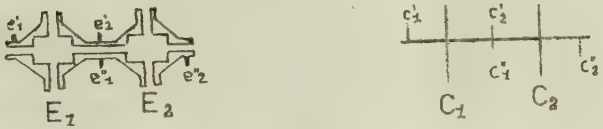
- Dans la mesure classique, la croix mâle est à l'intérieur de la mire à échelon femelle.

- Dans la mesure spécifique, le sujet fixant le point de fixation central, les images des deux mires doivent être symétriques dans l'oculaire par rapport au centre du champ de l'oculaire.





L'appareil comporte deux mires : une mire en croix C, à droite en regardan
mire à échelons E, à gauche. Chacune des mires comporte perpendiculairement à
de petits traits verticaux C' et C" pour C, e'et e" pour E, disposés comme l'i
Ces mires sont dédoublés par le système duplicateur et après réflexion sur l'o
pectivement en C_1 et C_2 et E_1 et E_2.



On rapproche les mires homologues C_1 et C_2 à droite, et E_1 et E_2 à gau
mesure porte sur C, la coïncidence est obtenue lorsque les traits v
C'_2 sont dans le prolongement l'un de l'autre. Si elle porte sur E,
l'alignement de $e"_1$ et $e"_2$.

Dans cette position, les groupes C_1 C_2 et E_1E_2 doivent être symétriqu
au point de croisement des fils du réticule dans l'oculaire.

Si l'on maintient la même symétrie pour les différentes visées de l'oeil tournant autour de son centre, on maintiendra ce dernier point sur l'axe optique de l'instrument.

L'étalonnage de cet appareil a été effectué à partir de mesures portant sur des billes d'acier polies calibrées au micron. Durant les mesures, l'immobilité de la tête du sujet doit être maximum.

Lorsque l'on veut explorer une zone cornéenne, l'oeil doit suivre les déplacements du point de fixation s'effectuant à l'opposé : pour la zone nasale horizontale du sujet, l'oeil tournera du côté temporal. On masque alors la mire, qui n'est pas utilisée pour la mesure.

On doit, en principe, explorer les deux méridiens principaux, c'est-à-dire successivement les quatre demi-méridiens principaux; les résultats seront transcrits sur un schéma.

En fait, il est possible d'explorer un grand nombre de méridiens.

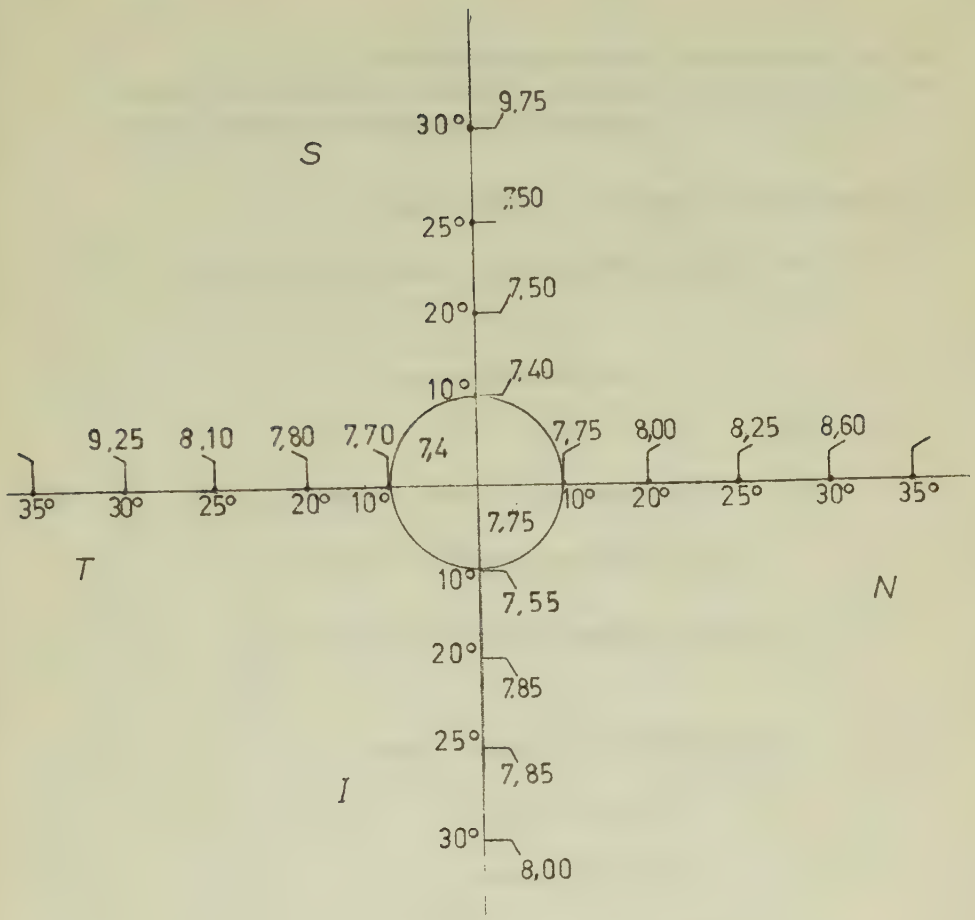
Nous donnons ci-contre le relevé topographique d'une cornée normale avec les conclusions que nous pouvons en tirer : nous avons donc effectué les mesures sur les deux méridiens principaux, vertical et horizontal ; dans le rond central, on inscrit les rayons de courbure correspondant :

- horizontal en bas, à droite,

- vertical en haut, à gauche.

Ce sont les rayons de courbure classique. Les mesures spécifiques sur l'axe horizontal à 10° de part et d'autre du pôle doivent confirmer les mesures classiques.

Sur l'axe vertical, il n'en est pas de même, on peut alors dire qu'il existe un décentrement du pôle géométrique



EXEMPLE de RELEVE TOPOGRAPHIQUE

On note dans le rond central les rayons de courbure principaux de la zone optique régulière, en bas à droite, horizontal ; en haut à gauche, vertical

ou alors que le pôle ophtalmométrique, par rapport au pôle géométrique, est décentré vers le bas dans les cornées normales.

Le schéma topographique obtenu donne donc la valeur du rayon de courbure R pour chaque angle de visée, en général dans deux méridiens principaux.

On peut étudier la rapidité d'aplatissement :

- du côté temporal : en calculant entre 20° et 25°

$$\frac{R_2 - R_0}{R_1 - R_0}$$

R_2 étant le rayon de courbure à 25°

R_1 étant le rayon de courbure à 20°

R_0 étant le rayon de courbure central.

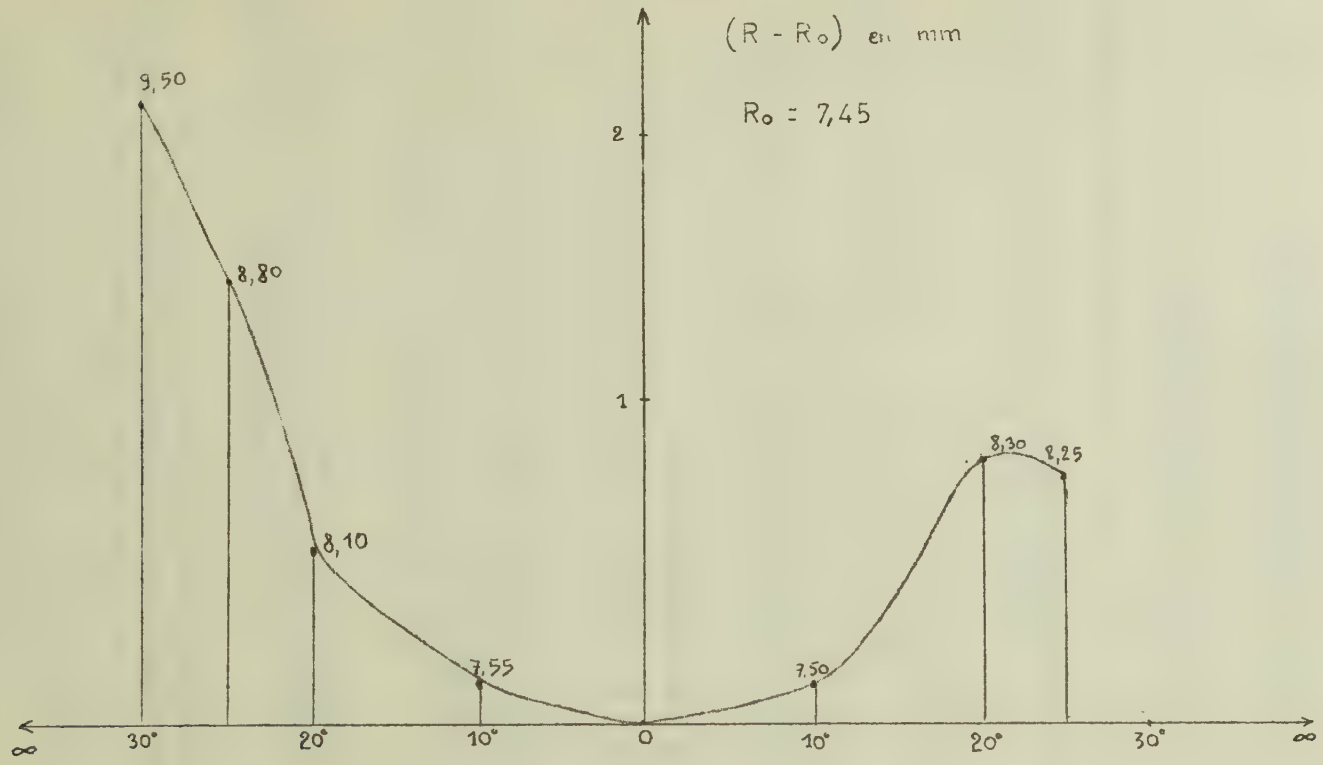
Nous calculons la même équation :

entre 25° et 30°

entre 30° et 35°

On remarquera alors que cette rapidité d'aplatissement est constante :

$$\frac{R_2 - R_0}{R_1 - R_0} \simeq 2$$ dans 65 % des cas.



Etude d'un profil cornéen par utilisation de la courbe dioptrique

- du côté nasal, les mêmes calculs sont possibles, en notant que les mesures sont là moins nombreuses, ce qui indique un décentrement du pôle ophtal - mométrique du côté nasal.

Sur l'axe vertical inférieur, la cornée s'aplatit normalement mais souvent lentement à la périphérie où l'on peut parler de l'existence d'un bourrelet.

Dans la zone supérieureverticale, les calculs sont moins satisfaisants, à cause de l'existence de la paupière supérieure qui fait sangle et déforme la cornée de haut en bas.

A la suite de ces mesures, il est possible d'étudier le profil cornéen, en traçant la courbe dioptrique, c'est à dire la variation de $R - R_0$ en fonction de α. L'aire hachurée est une image amplifiée de la matière à enlever à la sphère de rayon R_0 pour obtenir le profil de la cornée étudiée.

A partir de ces données, nous avons pratiqué une vingtaine de topographies avant et après atropinisation de 30 minutes, chez les mêmes sujets.

Nous avons procédé de même pour les myotiques. Nous avons également pratiqué une topographie cornéenne durant la grossesse et une après l'accouchement.

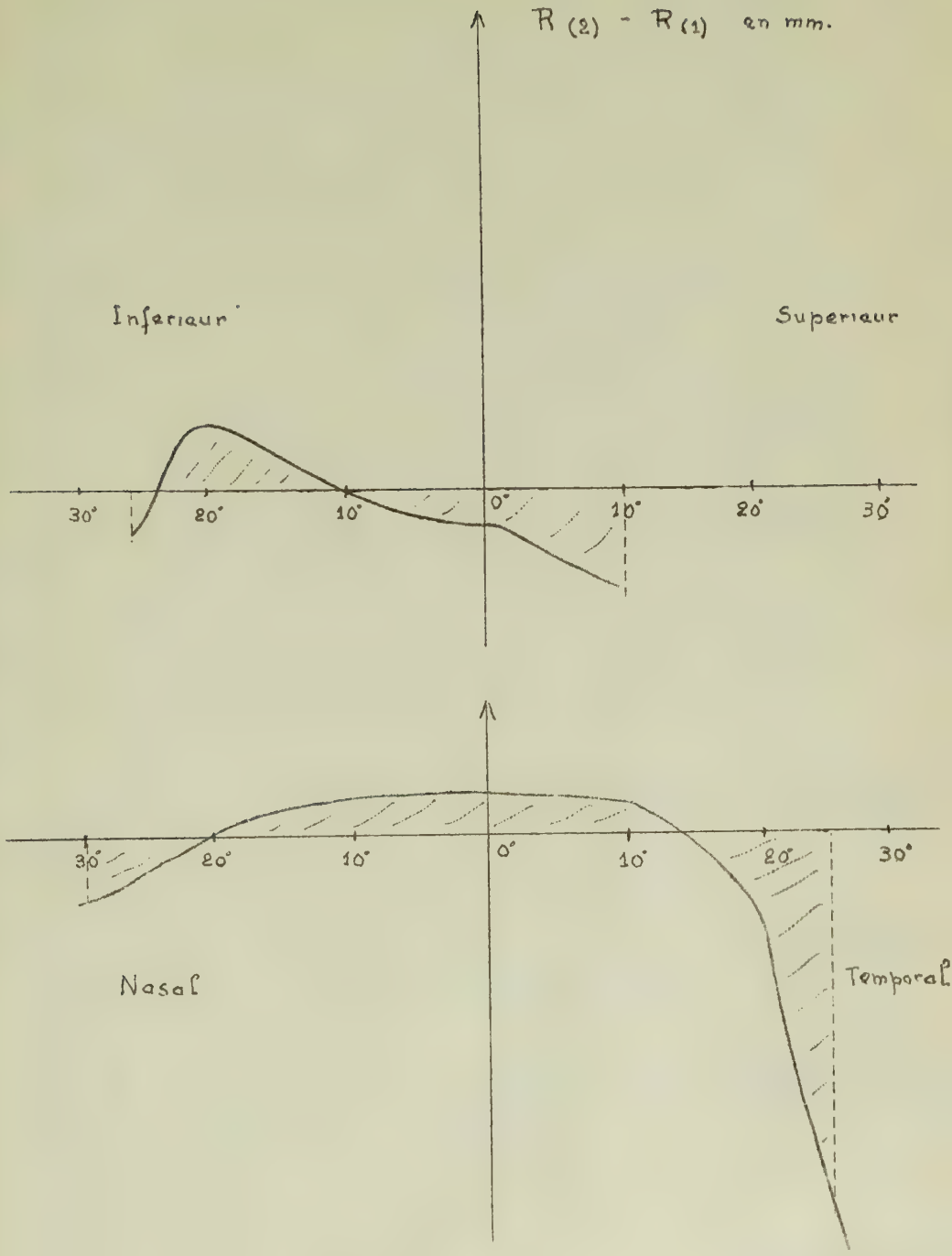
D'autres mesures ont été faites avant et après port de verres de contact.

Ces tableaux groupent toutes nos mesures obtenues avant et après instillation de myotique ou de mydriatique :

A, B, C, D .... sont les différents individus examinés.

H correspond aux lectures topographiques faites sur le méridien horizontal.

V correspond aux lectures topographiques faites sur le méridien vertical.


R (2) - R (1) en mm.
Inferieur
Superieur
30°
20°
10°
0°
10°
20°
30°
30°
20°
10°
0°
10°
20°
30°
Nasal
Temporal

M Y O T I Q U E S

	AVANT								APRES						
A	H	7,7	7,9	8	8,1	7,9	7,9	8,2	7,7	7,75	7,75	7,85	7,75	7,75	8,1
	V	7,5	7,8	7,9	8,3	8,1	8,25	8,25 8,75	7,6	7,75	7,9	8,25	7,9	8,50	8,50
B	H	7,95	8,2	8,25	8,75	8,25	8,3	8,50	7,95	8	8,4	8,80	8,1	8,25	8,55
	V	7,9	8,25	8,25	8,7	8,20	8,3	8,70	7,95	8,25	8,25		8,25	8,25	8,45
C	H	7,70	7,80	8,25	8,75	7,80	8,15	8,45	7,75	7,80	8,15	8,75	7,90	8,10	9
	V	7,85	8,20	10	10,50	7,65	8	8,20	7,80	8,20	9	11,80	7,90	8	8
D	H	7,95	8,25	8,55	9	8,10	8,55	9	8	7,95	8,50	8,75	8	8,50	9,25
	V	7,95	8,25	9		8,40	9,25	9,40	7,95	8,25	9,30		8,20	8,90	9, 0
E	H	7,70	7,75	7,90	8,65	8	9,20		7,70	7,80	8	8,10	7,95	9	
	V	7,70	7,75	8,60		8,20	8,75	9	7,65	7,80	8,60	8,80	8,05	8,75	9,45
F	H	8	8,05	8,45	9	8,45	8,55	9,55	8	8	8,35	8,80	8,25	8,45	9,30
	V	7,80	8,20	8,25	9,45	8,25	8,20	9,50	7,80	8	8,25	9	8	8	8,50
G	H	7,75	7,75	8	8,05	7,75	8,45	9,50	7,75	7,85	7,90	8	7,90	8,35	9,50
	V	7,70	7,75	8,05	8,60	8	8	8,25	7,65	7,75	8	8,50	7,75	7,75	8
H	H	7,85	7,75	8	8,20	8,15	8,45	9,25	7,80	7,75	8	8,25	8	8,30	9,50
	V	7,60	7,70	7,95	8,75	8	7,70	8,30	7,60	7,70	7,90	8,45	7,70	8	7,80
I	H	7,85	7,75	7,90	8,05	8	8,45	8,90	7,85	7,70	7,85	8,20	8	8,25	9
	V	7,65	7,80	8	9,20	7,75	8,10	9,20	7,65	7,90	8	8,30	8	8,30	8,80
J	H	7,75	7,75	7,75	8	7,80	9		7,70	7,75	7,75	8,15	7,80	9	
	V	7,15	7,25	7,65	8,80	7,60	8	8,25	7,05	7,25	7,50	8,75	7,40	7,50	7,75
K	H	7,95	8	8,25	8,50	8,15	8,70		7,95	7,60	8,20	8,55	8,15	8,60	
	V	7,30	7,70	8,25	8,50	7,30	7,70	8,25	7,30	7,60	8,50		7,20	7,5	
L	H	7,60	7,60	7,80	8,20	7,75	7,80	8	7,65	7,55	7,75	8,20	7,75	7,80	8,5
	V	7,55	7,45	7,85	9,20	7,75	8,20	8,70	7,60	7,45	8	8,75	7,85	8	8,40

M Y D R I A T I Q U E S

		AVANT							APRES						
A	H	7,60	7,75	8	8,50	7,75	8,25		7,65	7,50	7,90	8,25	7,60	8,50	
	V	7,50	7,70	7,90	10	7,75	8	9,75	7,60	7,75	7,80	10	7,90	8,25	9,50
B	H	7,75	7,80	8	8,30	7,75	8,10	8,75	7,75	7,80	8,15	8,50	7,85	8,20	8,70
	V	7,65	7,80	8,50	10,70	7,90	8	8,40	7,65	7,75	8,45	10,30	7,75	8,20	8,50
C	H	8,20	8,30	8,75	9,10	8,30	9,50	12,25	8,20	8,25	8,75	8,90	8,25	9,60	11,75
	V	7,75	8,25	8,25	8,75	8	8,50	9,50	7,85	8,10	8,25	9,25	8	8,90	10,20
D	H	7,95	8	8,25	8,50	8	8,40	9,20	7,95	8	8,25	8,50	8,05	8,45	9,30
	V	8,25	8,30	8,45	9,25	8,30	8,50	9	8,20	8,25	8,25	9,75	8,25	8,20	7,85
E	H	7,85	8	8,75		7,90	8,25		7,90	8,20	8,90		8	8,25	
	V	7,80	8,10	8,80	9,25	8,05	8,45		7,85	8,10	8,80	9,10	8,15	8,45	
F	H	7,80	7,75	8,10	8,30	7,95	8,75	9,50	7,80	7,85	8,05	8,40	8	8,60	
	V	7,75	7,90	8,25		7,75	8	9	7,75	8	8,30	9,75	7,75	8,10	9
G	H	8	8,20	8,70	9,25	8,25	8,75	9,70	8,05	8,05	8,75	9	8,25	8,65	9,20
	V	8,05	8,50	9,25		8,20	8,55	9	8,10	8,50	9,20		8,30	8,70	9
H	H	7,90	8,20	8,25	8,70	8	8,85		7,90	8	8,15	8,45	8	8,75	
	V	7,90	8,05	9,10	10,25	8,20	8,75	9,25	7,85	8,25	8,40		8,10	8,65	8,75
I	H	7,60	7,70	7,75	7,85	7,80	8,40	8,80	7,60	7,75	7,75	7,80	7,75	8,20	8,60
	V	7,45	7,60	7,65	7,80	7,80	8,40	8,50	7,55	7,65	7,80	8,50	7,80	8,20	8,70
J	H	7,85	8,15	8,25	8,75	7,80	8,25	8,55	7,85	8	8,30	8,75	8	8,25	8,80
	V	8,10	8,25	8,60	8,70	8,30	8,25	8,95	8,15	8,45	8,90	9	8,30	8,25	8,90
K	H	8,20	8,25	8,85	9,80	8,30	8,75	10,20	8,25	8,25	9	10,50	8,25	8,75	10
	V	8,10	8,25	10	10,10	8,30	8,90		8,15	8,30	9,25	10,10	8,25	8,90	10,50

La première colonne représente les mesures centrales avant et après instillation de collyre.

Dans les 2ème et 3ème colonnes, figurent :

- En haut : les lectures nasales ,
  les lectures temporales.

- En bas : les lectures supérieures,
  les lectures inférieures.

Afin de comparer plus objectivement ces mesures, nous avons établi des courbes de déformation dans chaque cas :

Pour chaque point de fixation, on représente en fonction de la position la variation de courbure donnée par l'ophtalmomètre.

On ne tient pas compte des variations qui sont de l'ordre du rayon de courbure 5/100 près du centre, 1/10 à la périphérie.

Les courbes de variation R (2) - R (1) en fonction de α dans les deux axes horizontal et vertical sont faciles à interpréter.

Par exemple :

Dans le méridien horizontal, l'axe des α marque la position de la cornée dans l'état (1), tandis que la courbe indique la variation de l'écart de l'état (2) par rapport à l'état (1).

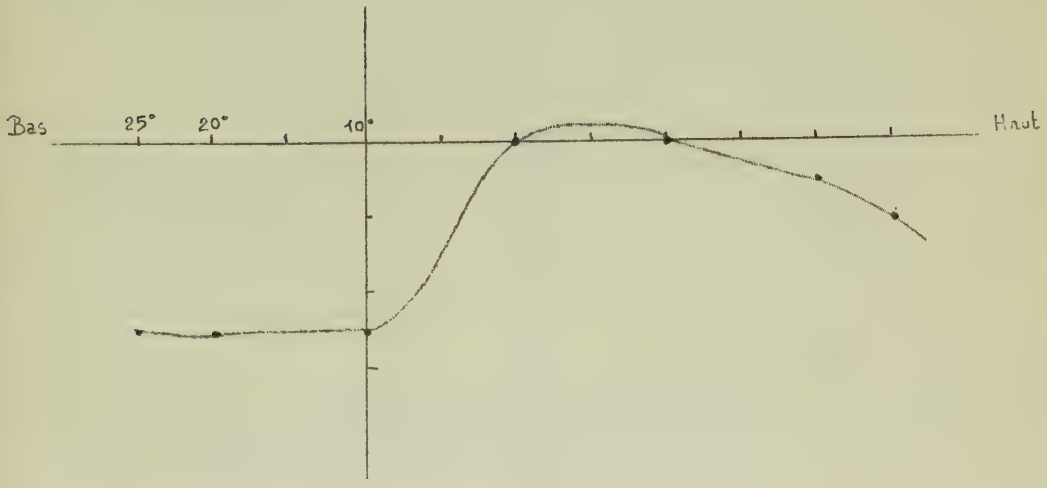
La surface hachurée située au-dessous de l'axe indique une poussée en avant, un bombement de la cornée. Les surfaces situées au-dessus de l'axe indiquent par contre une pression, un aplatissement.

L'examen de ces courbes nous a conduit aux conclusions suivantes :

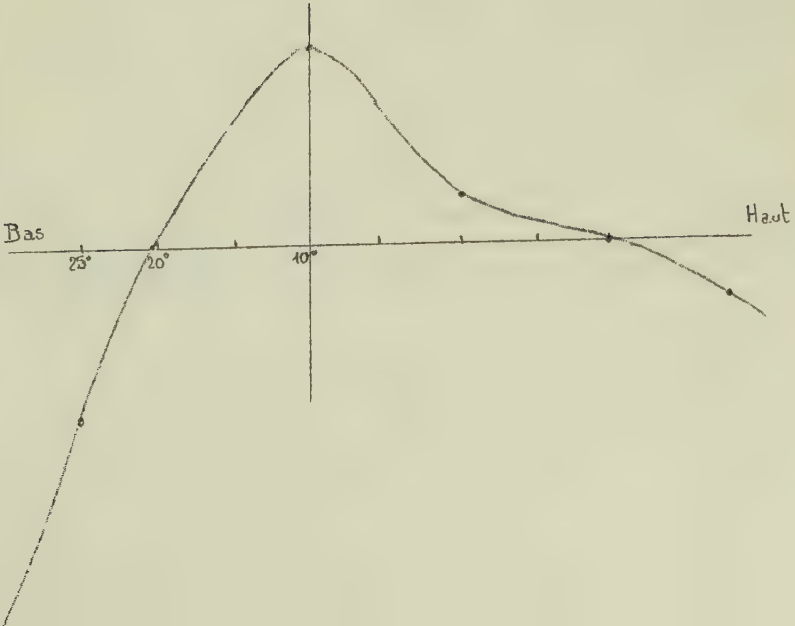
- pour les myotiques : les déformations sont plus affirmées que pour les mydriatiques où elles sont plus in - cohérentes.

MYOTIQUES

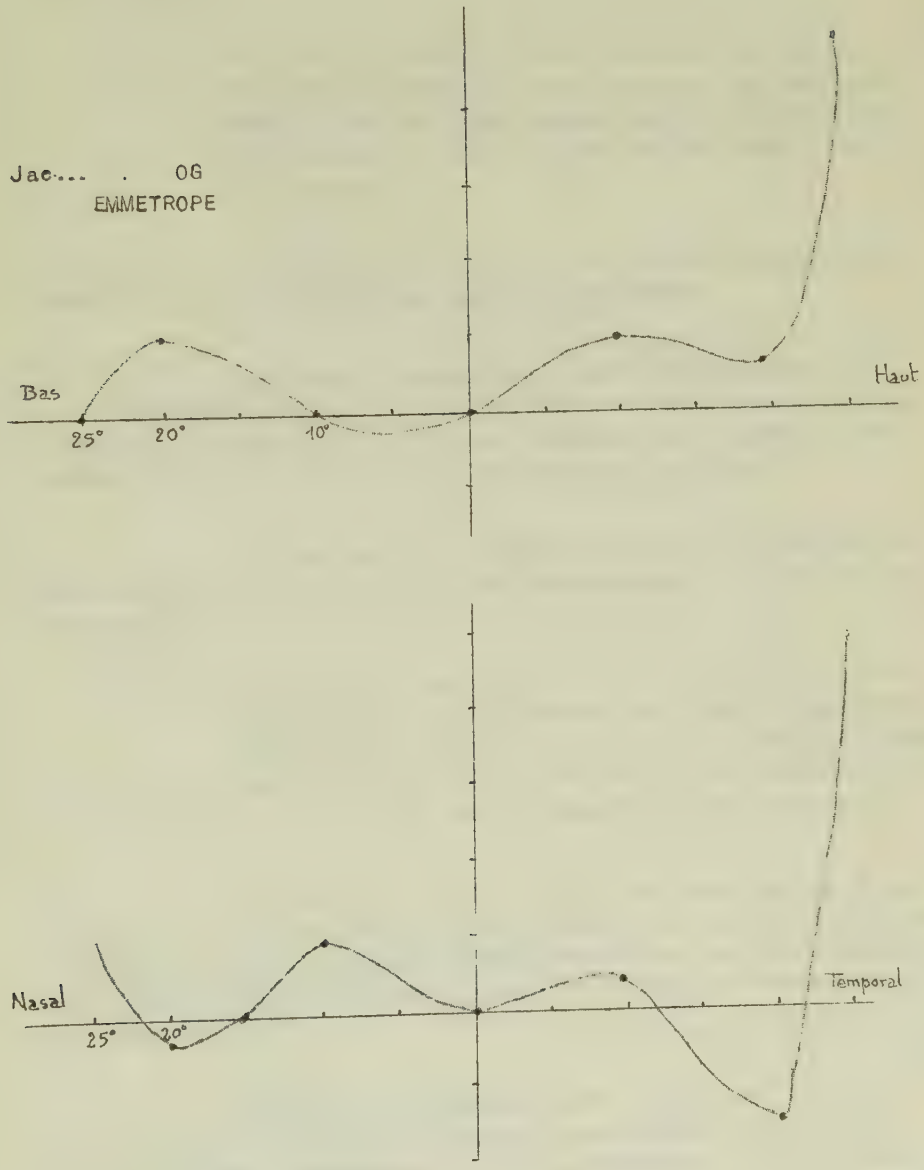
DOR... OD - 3,50



GIR... OG Emmétrope



MYDRIATIQUES



Il est possible que la fixation soit moins bonne sous mydriase, puisque la méthode repose sur une bonne fixation (elle n'est pas valable, par exemple, pour des sujets atteints de nystagmus).

- pour les myotiques, on retrouve, dans 13 cas sur 15, des modifications sur l'axe vertical. Les malades examinés étaient plus souvent myopes, quelques-uns emmétropes, mais nous n'avons jamais étudié d'hy - permétropes.

Voici deux types de courbes d'aplatissement sous myotiques où le seul méridien vertical est touché.

On retrouve toujours de façon concomittante, soit un aplatissement supérieur sans modification inférieure, soit le contraire, ce qui donne une allure identique aux courbes et du point de vue global , des modifications de même nature.

En moyenne, à la périphérie, les modifications sont de 2 ou 3/10 et au voisinage de la zone centrale, souvent de l'ordre de 1/10.

- pour les mydriatiques, les modifications sont plus symétriques : aplatissement inférieur, ou bombement supérieur, mais le plus souvent l'ensemble de l'axe est touché et, dans 9 cas sur 12, les modifications se font sur un axe oblique, plutôt que vertical.

Au total, les modifications ont lieu surtout à la périphérie, centrées sur un axe en général vertical et la zone des modifications est à la partie inférieure de cet axe, mais cet axe peut être oblique et affecter à la fois le méridien vertical et le méridien horizontal.

Afin que ces mesures aient toute leur valeur, nous avons dû établir notre équation personnelle, c'est-à-dire évaluer l'écart quadratique moyen δ n, caractérisant la dispersion des mesures pour chaque position du point de fixation (numérotées 1, 2, 3, ...n).

Nous avons pratiqué cinquante mesures, soit dix mesures, durant 5 jours de suite, sur le même sujet, aux mêmes heures, sur le même demi-méridien cornéen, soit à 10°, 20°, 25° temporal.

A partir de ces nombreuses mesures, nous avons calculé l'écart type à 10°, 20°, 25° et nous avons obtenu :

à 10°	:	$\pm$ 0,06
à 20°	:	$\pm$ 0,037
à 25°	:	$\pm$ 0,08

Pour chaque angle visuel, α n, nous avons considéré qu'il y avait déformation :

$$\text{Si } dn = \frac{R'n - Rn}{2\delta n} > 1$$

Ainsi, pour chaque courbe faite avant et après atropine, avant et après pilocarpine, avant et après port de verre de contact, pendant et après la grossesse, nous avons calculé cette équation.

Puis, nous avons obtenu un coefficient de déformation, en calculant :

$$d = \frac{\Sigma \; d_n}{N}$$

N étant le nombre correspondant de pointés. Chaque pointé sans déformation, c'est-à-dire inférieur à 1,est compté 1, la moyenne arithmétique ne paraissant pas très logique : la déformation est d'autant plus importante qu'elle affecte un plus grand nombre de pointés et la déformation sur un seul pointé, même très importante, doit être minimisée.

Afin de faire une autre classification, nous avons fait une distinction entre dH, soit les mesures sur le méridien horizontal, et dV les mesures sur le méridien vertical.

Pour chaque méridien, nous avons pondéré la déformation par le calcul du rapport :

$\frac{d\ HN}{d\ HT}$ soit la partie nasale du méridien horizontal.
soit la partie temporale.

Si ce rapport est plus grand que 1, la déformation est plus importante du côté nasal que du côté temporal et réciproquement.

Nous avons établi le même rapport pour le méridien vertical, soit :

$\frac{d\ VS}{d\ VI}$ partie supérieure
partie inférieure.

REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES RÉSULTATS

Par la suite, nous avons pu tracer un graphique résumant et objectivant tous ces calculs.

En abscisse, se trouvent les valeurs d H ou d V et en ordonnée le rapport :

$$\frac{\text{déformation nasale ou supérieure}}{\text{déformation temporale ou inférieure}}$$

Nous avons porté sur le même graphique, les points figuratifs des déformations provoquées :

A sous l'action de l'atropine.

B sous l'action de la pilocarpine.

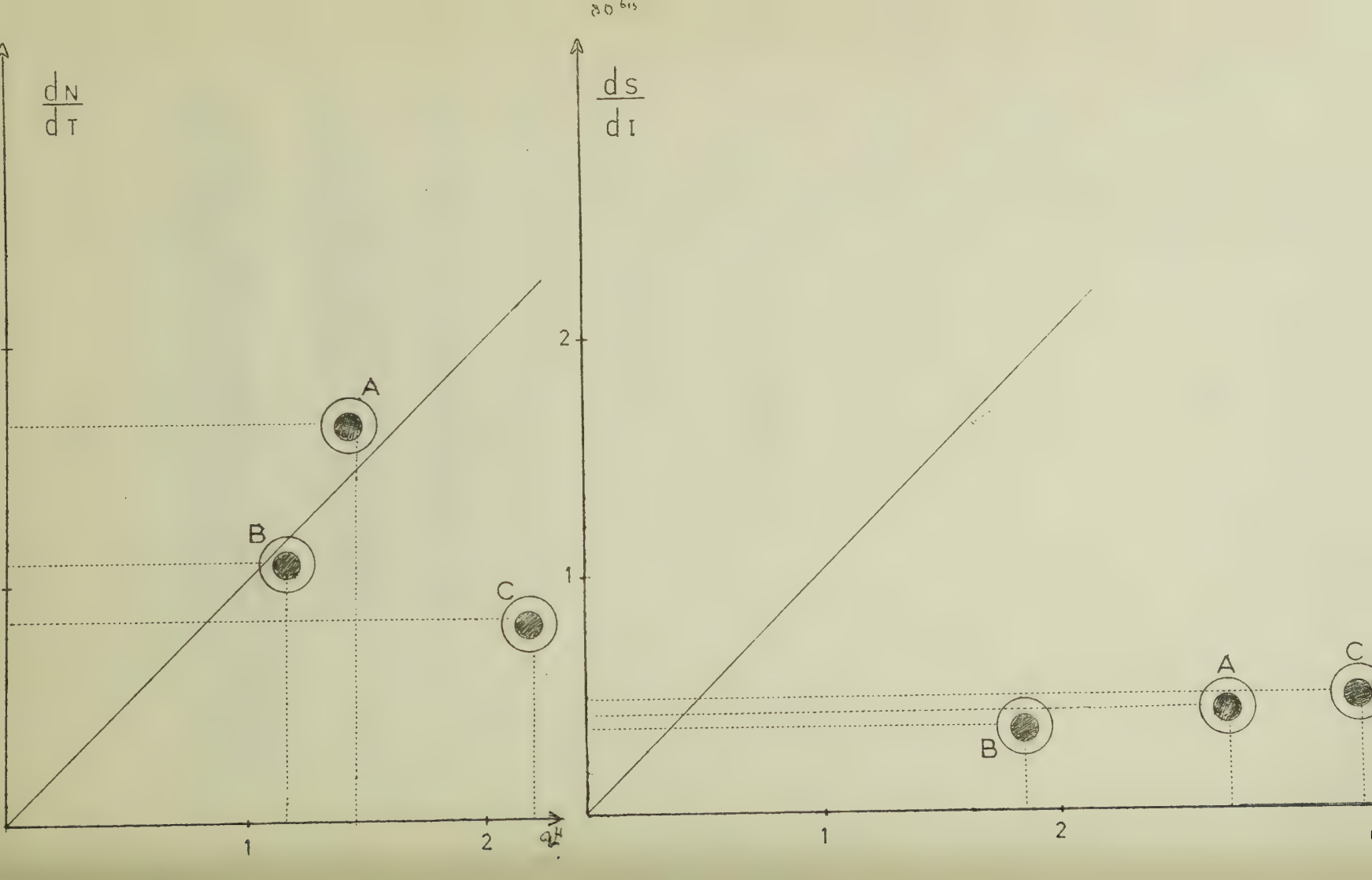
C sous l'effet de la grossesse.

(deux mois après le début de la grossesse et deux mois après l'accouchement).

Pour A , nous avons observé une assez forte déformation verticale inférieure.

Pour B , également, mais moins importante.

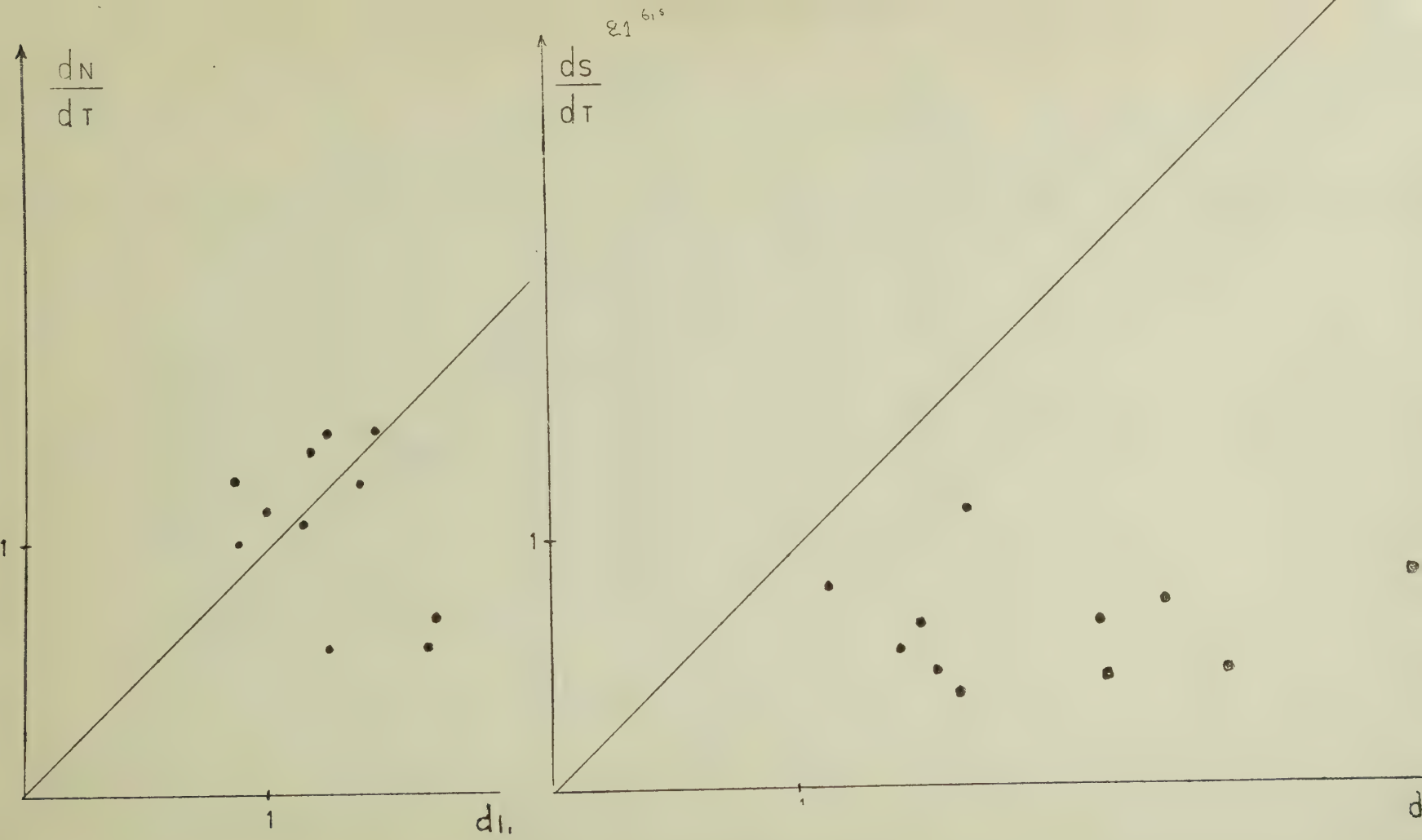
Pour C , la déformation est à pondération oblique, plus proche de l'axe vertical inférieur, avec des coefficients de déformation supérieur à 2 dans l'axe horizontal, et supérieur à 3 dans l'axe vertical.


dN/dT
A
B
C
1
2
dS/dI
2
1
A
B
C
1
2

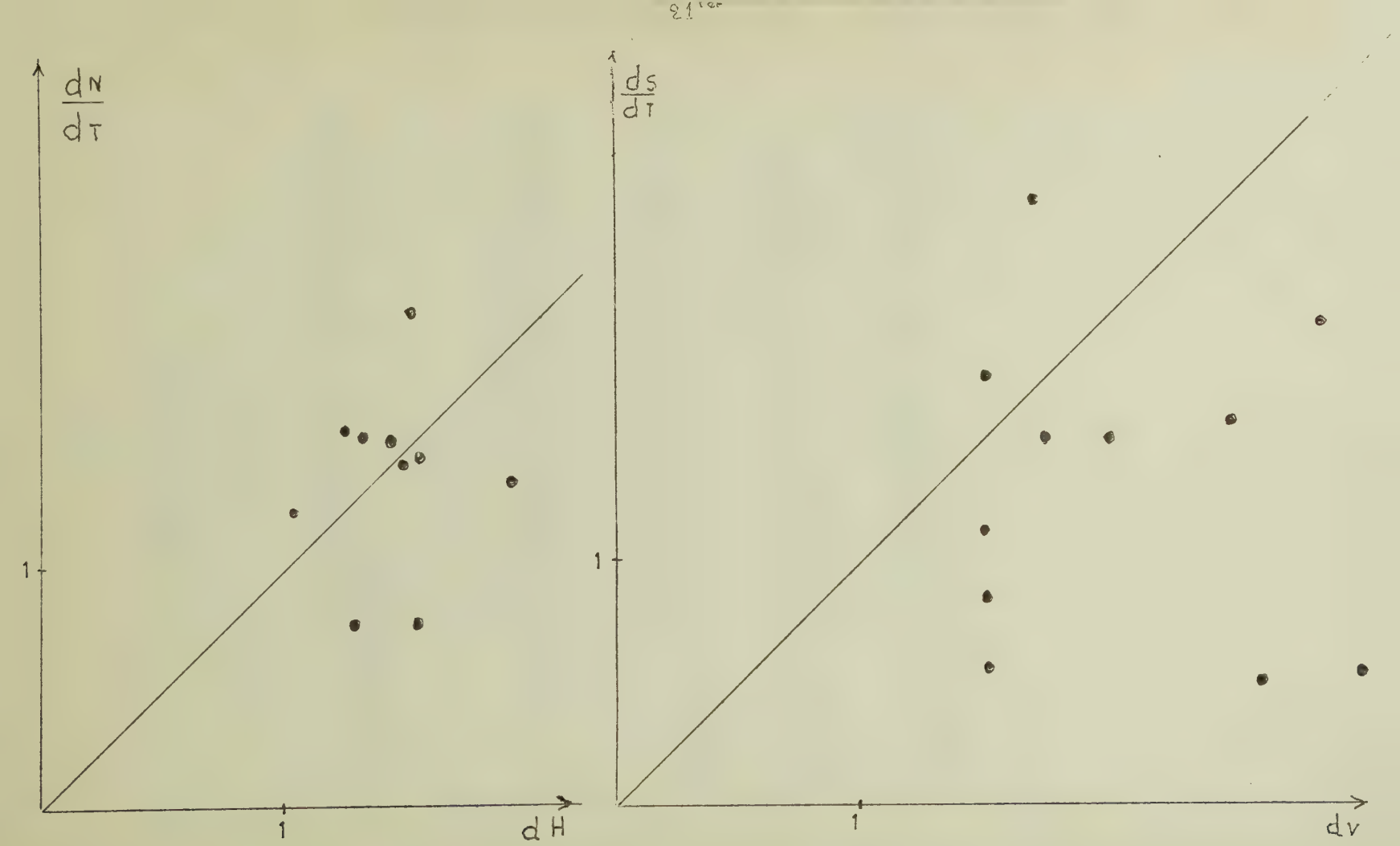
Nous avons alors repris tous nos résultats, après myotiques et mydriatiques et nous avons établi un graphique pour chaque cas : nous avons ainsi obtenu des "nuages" de points ré - sumant nos conclusions :

- Pour la Pilocarpine, pas de déformation sur le méridien horizontal, par contre, migration de tous les points en vertical inférieur.

- Pour l'Atropine, les points se retrouvent plutôt sur un axe oblique.



PILOCARPINE



MYDRIATIQUE

CONCLUSION

Cette étude montre donc l'existence indiscutable de modifications topographiques sous l'effet des collyres myotiques et mydriatiques :

Comment les expliquer ?

Dans les cas de modifications cornéennes après port de verres de contact, nous pouvons invoquer un effet mécanique, une variation biologique due à une hydratation de la cornée.

Mais dans les cas particulièrement étudiés, le métabolisme de la cornée ne paraît pas changer sous l'effet des collyres :

Faut-il faire appel à la physiologie de l'iris, du cristallin qui, lors de leurs mouvements, modifient la profondeur de la chambre antérieure, la courbure cornéenne ?

Mais pourquoi le méridien vertical est-il le plus souvent modifié ? Est-ce la pesanteur à laquelle est sensible le cristallin ou une certaine souplesse de cette zone après fermeture de la fente foetale ?

VU et permis d'imprimer :

Le DOYEN de la FACULTE de MEDECINE de PARIS :

G. B R O U E T

Le PRESIDENT de la THESE :

G. O F F R E T

Le RECTEUR de l'ACADEMIE de PARIS :

J. R O C H E

B I B L I O G R A P H I E

Anonyme — Problèmes médicaux posés par le port de verres de contact. Semaine des Hôpitaux (Thérapeutique) 1958 (Mai) 5.554.

Anonyme — Verres de contact pour les jeunes enfants. J.A.M.A. 1958 (14 Juin) 167/7.925.

A. ARNULF, O. DUPUY et F. FLAMANT .- Les microfluctuations d'accommodation de l'oeil. Annales d'optique oculaire, T.3, N°5, Sept. 1955.

R. ARRUGA — Facteurs de tolérance des lentilles cornéennes. Arch. Soc. Oftal. Hist. Amer. 1962 22/11/918-984.

AUBERT H. — Währt sich die Hornhautkrummung am meisten der Ellipse. Pfluger's Arch. Ges. Physiol. 35 - 597 - 621, 1885.

W.S. BATTERSBY and I.W. WAGMAN — Neural limitations of visual excitability. J.O.S.A. Vol.49, N°8, p.752-759, Août 1959.

BAYSHORE C.A. Exploration of the corneal curvature . Contacto 3 (7) 188-190, 1959.

BENNETT A.G. Optics of Contact Lenses. Assoc. Dispen. opt. LONDON, 1956.

BENNETT A.G. et J.L. FRANCIS -

Amétropies et leur correction.

"The eye". H. DAVSON, Acad. Press. NEW YORK-LONDON, 1962, IV/133-180.

F. BERG - Vergleichende Messungen der Form der vorderen Hornhaufläche mit Ophtalmometer und mit photographischer Method.

Acta Ophtalm. T.4, 1929, p.386.

BERTENYI A. A propos des verres de contact et des lentilles précornéennes en haute altitude.

Szemészet 1962, 99/2/121-122.

BERLOTTO E.V. - The stéréophotogrammetic study of the anterior segment of the eye.

Amer.J. Ophtalm. 31 (5) 573-579. 1948.

BIER N. - Contact Lens Routine and Practice,

2 ed. LONDON , BUTTERWORTHS Scientific Publications, 1957.

A study of the cornea in relation to contact Lens practice.

Amer.J. Optom. 33 (6) 291-304, 1956.

BIOT A. - Sur les aberrations paraxiales de l'oeil.

Annales de la Société Scientifique de BRUXELLES. T. 74, N°3, p.175.

BLAIR W.A. Photoelectronic Keratoscopy testing.

Contacto 4 (7) 217 - 227, 1960.

R. BONNET et P. COCHET

Nouvelle méthode d'Ophtalmométrie topographique.

Bull. & Mem. Société Française d'Ophtalmologie, 73ème année, 1960, p.687-714.

R. BONNET - La topographie cornéenne.
N. DESROCHES Edit. PARIS

R. BONNET - Stéréophotogrammétrie de la cornée humaine.
R.O., T.38, N° 9 et 10, 1959, p.447-460.

BRONNER A. et GERHARD J.P.
Verres de contact et lentilles précornéennes.
Rapport présenté à la Société d'Ophtalmologie de LYON, le 22 Juin 1958.

BRONSTEIN - Experiments in Keratometry Contacto 6 (10) 298-301, 1962.

CAMPBELL F.W. - Profondeur de champ de l'oeil humain.
Optica Acta, Vol. 4, N°4, Déc. 1957, pp.157-164.

COCHET P. - Problèmes médicaux posés par l'adaptation et le port de verres de contact.
Ann. Oculist. 1957, 190/6. 401-416.

COCHET P., RAPILLY C., BARBARA G.-
Fragilité mécanique et adaptation des verres de contact.
Soc. Ophtalm. Ouest de la France, NANTES, 8 Oct. 1961.
C.R. Bull. Soc. Ophtalm. Fr. 1961/9/10/810-814.

COTTEREAU R. Lentilles micro-cornéennes et verres scléraux.
Librairie de la Revue d'Optique, PARIS, 1958.

DAILY L Jr et DAILY R.K.
Modifications of corneal contact Lenses. Int. Opntalm. Clin. 1 (2) 441-494,1961.

DAILY L. and COE R.E. -

Lack of effect of anesthesic and mydriatic solutions on the curvature of the cornea.

Amer. J. Ophtalm. 53 (1) 49-51 1962.

H.M. DERKING - Zur Photographie der Horhautoberflâche,

Klin. Mbl. Augenheilk. T.82, 1929, p.640.

H.M. DERKING - Fotographie der Corneaoppervlakte,

Thèse, GRONINGEN, 1930.

DICK Verres de contact employés constamment pendant trois mois.

Amer. J. Optom. Arch. Amer. Acad. Optom. 1958 35/5. 248-250.

DIXON-LAWACZECKE J.M.

Vascularisation cornéenne due aux verres de contact.

Arch. Ophtal. (CHICAGO), 1963, 69/1, 72-75.

DUBOIS-POULSEN A.

Le champ visuel,

MASSON & Cie, Editeurs, PARIS.

DUDRAGNE R.A. -

Théorie élémentaire et application de l'optique de contact à la vision.

Editions scientifiques, RIBER, 1962.

DUKE - ELDER S. and WYBAR K.C. -

System of Ophtalmology.

Vol. 2 The anatomy of the visual system. St-LOUIS, C.V. Moshy, 1961, pp. 92-94.

DUKE-ELDER S. Text book of Ophtalmology, Vol.I, St-LOUIS, C.V. Moshy, 1946, p.40.

DUPOUY-CAMET C.- Mise au point de meilleure acuité et de meilleure résolution pour un objectif entaché d'aberration sphérique du troisième ordre.
R.O., T.32, N°8 et 9, Août-Sept.1953, pp.454-474.

ELLERBROCK V.J. - Contrôle de la qualité des verres de contact toriques.
Amer. J. Optom.1963, 40/1, 29-34.

ELLIOT D.O. - Drafting the requirements for a minimum clearance corneal contact
Lens. Amer. J. Optam. 33 (11) 602-603, 1956.

ERGGELET H. Bericht über die 43.
Tagung der Deutsch. Ophtalm. Ges. JENA, 1922.

ETIENNE Nystagmus et lentilles précornéennes.
Soc. Ophtalm. LYON, 23 Mars 1958.

EVERSHED MARTIN L.
The Sanctity of corneal clarity and some contact Lens fallacies.
Brit. J. Physiol. Opt. 16 (1) 24-25, 1959.

FAIRMAID J.A. The constancy of corneal curvature.
Brit. J. Physiol. Opt. 16 (1) 2 - 23 1959.

FISCHER F.P. Vers. O.G. Heidelberg, 1927, p.31 et 1928,p.261
Uber die Darstellung der Hornhautoberfläche und ihrer Veränderungen im Reflexbild.
Arch. Augenheilk., T. 98, 1928, p.1.

FISCHER F.P. Methoden zur Untersuchung der Hornhautoberfläche. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden.

Abt. V, Teil 6, p. 1201-1254, 1932.

D.A. FONDA - Verres de contact bifocaux et pour kératocône.

M.B. Raifor. Little, BORWN & C°, BOSTON, 1961. 83-104.

FRANCON M. Vision dans un instrument aberrant.

Revue d'Optique, T. 26, N° 10, pp. 354-359, 1947.
Revue d'Optique, T. 27, N° 9, pp.157-173, 1948.

FRY-GLENN - Physiological Optics.

Gil DEL RIO - La refraction del ojo y sus anomalias.

Editorial "tip.cat.Casals". Caspe 108, Ap.776. BARCELONA, 1957.

GIRARD L.J., FRIEDMAN B., MOORE S.D., BLAU R.I., BINKHORST C.D.

Implants intraoculaires et verres de contact. Une comparaison de la fonction visuelle dans l'aphakie unilatérale traitée par des implants de cristallin artificiel et par des verres de contact.

Arch. Ophtal. (CHICAGO),1962 68/6, 762-775.

GIRARD L.J., SOPER J., CAMP R. -

Le problème des lentilles cornéennes.

Amer.J.Ophtalm.1961 52/5/1, 706-710.

GROSVENOR TH. Clinical Use of the Keratometer in evaluating the corneal contour.

Am. Jl. of Optom. Vol.38, N°5, Mai 1961,pp.237-245.

GULLSTRAND A.- Photogr. Ophtalmometr. untersuchungen über die Hornhautrefraktion.

Kunglm. Swed. Akad. Handl., 1896.

HAGER G.- Le champ du regard, le champ visuel et le champ de la vision panoramique chez des porteurs de lentilles et des sujets corrigés par lentilles cornéennes ou intraoculaires.

Klin. Mbl. Augenheilk.1961,139/3, 317-338.

HAMILTON C.B. An investigation of corneal profiles.

Contacto 7 (3) 9-16 1963.

HANSON J.A. et ANDERSON M.S. -

Effect of Preexposure color on Foveal Dark Adaptation.

J.O.S.A., Vol.50, N°10, Oct.1960.

HARSTEIN J. - Nouveaux types cornéens de verres de contact.

Amer. J. Ophtalm. 1958, 45/6, 919-920.

HEATH H., BECK T.C., RUTTER A.C., GREAVES D.P.

Biochemical Changes in Aphakia.

Vision Research. Vol. 1, Pergamon Press, 1961.

HELMHOLTZ H. Physiological optics, V.1, Menasha , Wisc. George Banta, 1924, p.311.

HELMHOLTZ H. HELMHOLTZ' S Treatise on physiological optics.

Optic. Soc. of Amer. 1924, p.5.

HUMMEL D.C. Present Status of Contact Lens Practice.

Amer. J. Optom. Arch. Amer. Acad. Optom. 1958 35/6, 327-331.

IVANOFF A. - Les aberrations de l'oeil.

Editions de la Revue d'Optique, PARIS, 1953.

JAMESON D. et HURWICH L.M. -

Perceived Color and its dependance on focal Surrounding and Preceding Stimulus Variables.

J.O.S.A. Vol. 49, N° 9, Sept. 1959.

JESSOP D.G. - Plotting Corneal Topography.

Contacto 5 (2), 69-74, 1961.

JESSOP D.G. - Peripherical Corneal Readings. Corneal isopters.

Contacto 7 (2) - 7-16, 1963.

KLACKZINSKY.- Influence des verres de contact afocaux sur la dimension de l'image rétinienne.

Machr. Feinmech. u. Optik,1958, 75, 43-44.

KLAUSER O.- Ein Beitrag zur Kenntnis der Form der Hornhautoberfläche. (Un. Augen Klinik. ZURICH, 1948).

KNOLL H.- Corneal Contours in the General Population as revealed by the Photokeratoscope.

Amer. J. Optom. 38 (7) 389-397, 1961.

KREZANOSKI J.Z., HIND H.W., SZEKELY I.J. -

Aspects pharmaceutiques des lentilles de contact et leurs solutions.

Amer. J. Pharm. Ass. 1962 NS2/7, 417-422 et 438.

LE GRAND Y.- Optique physiologique, Ed. Rev. Opt. PARIS, 1952, T.1.

LE GRAND Y.- " Sur l'aberration sphérique de l'oeil ". C.R. Ac. Sc. T.215, p.547-549, Séance du 7.12.42

LE GRAND Y.- Optique physiologique, T.3, Chap. 8, p.151.

LE GRAND Y.- Optique physiologique, T.2 et 3.

LEMAIRE G.- La stéréophotogrammétrie au service de la restitution des objets de petite dimension.

Bull. Soc. Belge Photogramm.1951. N°24, p.5.

LENOBLE J. Méthode optique pour étudier la forme d'une surface réfléchissante.

Rev. Optique, t.31, 1952, p.393.

LENOBLE J. et SALOMON P.

Détermination de la courbure cornéenne.

Ann. Opt. oculaire, T.2, 1953, p.19.

LEVERRE J.R. - An evaluation of the hand Keratoscope as a diagnostic instrument for corneal astigmatism. Part. II Brit.J. Physiol. Op.19 (4) 237-251, 1962.

LOMBARD G. " Contribution à l'étude de la pathogénie des syndromes annulaires ".

Extrait du Bulletins des Sociétés d'Ophtalm. de France 1957. Fasc. 1. Soc. d'Ophtalm. de PARIS, Séance du 15-12-1956.

LOMBARD G.- " Nouvelle contribution à l'étude des Scotomes annulaires ".
Extrait du Bulletin des Sociétés d'Ophtalm. de France, 1958 (N° 9 et 10).
Soc. d'Ophtalm. de PARIS, Séance du 18-10-1958.

LURIA J.M., SCHWARTZ I.-

Effect of red - white adaptation and target illumination on the temporal course of scotopic acuite.
J.O.A.S., Vol. 50, N°11, p.1075, Nov.1960.

MANDELL R.B. Reflection point ophtalmometry.

Amer. J. Optom. 39 (10) 513-537, 1962.

MANDELL R.B. Methods to measure the peripherical corneal curvature. Part.I, photokeratoscopy. J. Amer. Optom, Ass. 33 (2) 137-139, 1961.

MANDELL R.B. Profile methods of measuring corneal curvature

J. Amer. Optom. Ass. 32 (8) 627-631, 1961.

MANDELL R.B. Small mire ophtalmometry paper read before the annual meeting of the American Academy of optometry MIAMI, FLorida Dec. 1962

MANDELL R.B. Corneal areas utilized in Keratometry.

Amer.J. Opto.. 41 (3) 150-153, 1964.

MANDELL R.B. Corneal contour and contact Lens. Paper read before the annual meeting of the American Academy of Optometry, CHICAGO, Déc.1963.

MANDELL R.B. Methods to measuring the peripherical corneal curvature. Part 3 Ophtalmometry.

J. Amer. Optom. Ass. 33 (12) 889-892, 1962.

MANDELL R.B. Methods to measure the peripherical corneal curvature Part.2 geometric constructions and computers.

J. Amer. Optom. Ass. 33 (8) 585-589, 1962.

MANDELL R.B. Morphometry of the human cornea.

Doctoral thesis, Indiana Univ. 1962.

MARECHAL A. Traité d'Optique instrumentale. T.1, Editions de la Revue d'Optique, PARIS, 1952.

MAGATANI H. Un simple ophtalmomètre avec fixateur optique (en japonais).

J. Jap. Contact Lens Soc. 1962, 4/2, 31-36.

MASSIN M. et PIOT

Intérêt des lentilles cornéennes pour le relevé du champ visuel des grands amétropes.

Soc. Ophtal. PARIS, 1963.

MAY M.C. Investigation of corneal curvature.

Contacto 1 (1) 7-9, 1957.

MERLIN U. Lentilles cornéennes, Orientations modernes de forme et d'application.

Soc. Oftal. Lombarda, 25 Juin 1961.

MISKIN E.A. The applications of photogrammetric technic to medical problems.

Photogramm. Record. T.2, 1956, p.92.

MOSS, HAROLD A clinical experimental study of corneal contours in the fitting of the contact Lenses.

Amer. J. Optom. and Arch. Acad. Optom. 36 (6) 313-317, 1959.

MOTT (Donald W. de) Direct Measures of the retinal image.
J.O.S.A., Vol.49, N°6, Juin 1959.

NEILL J.C. Lentilles de contact et la myopie.
Int. Ophtal. Cong. LONDON, 1961.

NOTO F. Studies on the form of anterior corneal surface.
Acta Soc. Ophtal. Jap. 65 (3) 447-468, 1961.

OBRIG T. Contact Lenses, 2nd ed. PHILADELPHIA, CHILTON 1947, pp. 22-23.

OGLE K.N. et SCHWARTZ J.T.
Profondeur de champ de l'oeil humain.
J.O.S.A. T.49, N°3, Mars 1959, pp.273-280.

OLLIVIER F. La topographie sans topographes. Traité de photogrammétrie. Ed. Rev. Opt. PARIS, 1929.

PERDRIEL G.- Tolérance des lentilles pré-cornéennes en altitude
Soc. Med. Militaire Fr. 13 Mars 1958 ;
C.R. Bull. Soc. Med. Mil. Fr. 1958/3 82-85.

PETER R. Uber die Cornea Grösse und ihre Vererbung.
Univ. Augenklinik, ZÜRICH, 1932, T.3, p.29.

RAPILLY C. Biomicroscopie et verres de contact.
Thèse PARIS, 1959.

REDWAY A. Photomicrography of the living eye.
Amer. J. Ophtalm.1928, p.356 et 1929, p.286.

RENAUD P. Représentation de la convergence de trajectoires quelconques sous l'influence d'une déformation.
Journal de Physique, série VIII, Tome VI, N°10, cot.1945, p.265 à 271.

REYNOLDS A.E. Corneal topography as found by photoelectronic keratoscopy.
Contacto, T.3, Vol.8, 1959, p.229-233.

REYNOLDS A.E. and KATT H.J.

The photoelectronic Keratoscope.

Contacto 3 (3) - 53-59 1959.

RICKLEFS C. Résultats obtenus avec les lentilles cornéennes dans l'aphakie unilatérale.

Klin. Mbl. Augenheilk. 1962, 141/6, 876-883.

ROMAINE H.H. Symposium sur les verres de contact en Ophtalmologie.

Mueller Welt Contact Lenses Inc. CHICAGO, 1962.

RONCHI L. Influence du champ environnant une mire sur l'acuité visuelle.

Atti della Fondazione G. RONCHI. N° 5-6, Oct-Dec. 1949.

ROSENBLAUM Alfred

The correction of unilateral aphakia with corneal contact Lenses.

American Journal of Optometry. Oct. 1953,p.536-542.

RZYMKOWSKY J. Stereaphotographic and Stereophotogrammetric. Reproduction of the cornea and sclera of the living eye.

Amer. J. of Optom.N°31, 1954, pp.416-422.

SALVATORI P. The elusive corneal cap, paper read before the annual meeting of the American Academy of Optometry, MIAMI, Florida, Dec. 1962.

SARWAR M. Quelques nouveaux emplois de verres de contact et rectification de quelques idées fausses du public.

Brit. J. Physiol. Opt. 1958/15/3, 178-182.

SCHLOSSMAN A. Verres de contact cornéens. Courbes périphériques,

Eye, ear, nose. Thr. Monthly, 1961, 40/11, 786-790.

SILBERT M. Adaptation confortable de verres cornéens après iridectomie.

Opt. J. Rev. Optom. 1958 (15 Février), 95/4,41-44.

SOPER J.W., SAMPSON W.G., GIRARD L.J.

Topographie cornéenne, kératométrie et verres de contact.

Arch. Ophtal (CHICAGO), 1962 67/6, 753-760.

STANLEY NAUHEIM J.

Ulcère cornéen provoqué par le port prolongé de verres de contact cornéens.

Amer. J. Ophtalm.1962, 53/4, 678-681.

STEELE E. Problèmes sur l'adaptation des lentilles cornéennes.

Brit. J. Physiol. Op.1962, 19/3, 171/177.

STEINER A.A. Verres de contact cornéens. Leur valeur dans l'anisométropie grave chez l'enfant.

Eye, ear, nose. Thr. Monthly, 1961, 40/11, 778-780.

STONE K.- Valeur de quelques méthodes existant pour la mesure du contour cornéen en les comparant avec des méthodes nouvelles.

Brit. J. Physiol. Opt. 1962, 19/4, 205-230.

SUZUKI I. Corneal pulsation and corneal pulse waves.

Jap. J. Ophtalm. 6/4 6-10 1962.

The Ophtalmometer - Optical developments, Déc. 1939.

Bausch and Lomb Incorporated.

Thomas PENRHYNF et O.A. WILLIAMS -

Note sur l'adaptation des microverres de contact.

Amer. J. Optom. Arch. Amer. Acad. Optom. 1958, 35/7, 373-375.

TOUR R.L. Symposium contact Lenses, definition anatomy and physiology of the cornea.

Trans. Amer. Acad. Ophtal. Otolaryng. 66 (3) 278-285, 1962.

TSCHERNING M. Physiologic Optics.

PHILADELPHIA, 1904. The Keystone.

TSUZUKI K. Prophylaxie des lésions cornéennes provoquées par les verres de contact au moyen d'instillations de "Chondron" (japonais).

J. Jap. Contact Lens. Soc. 1961, 3/6, 68-70.

TYLER JONES R.A., HALE J.R.

Nystagmus. L'application des lentilles de contact dans 4 cas congénitaux.

Int. Ophtal. Opt. Cong. LONDON, 1961.

WALD G. Analysis of retinal function by a two filter method.

J.O.S.A., Vol.50, N°7, Juillet 1960.

WERTHEIMER G. Aberration sphérique de l'oeil.

Optica Acta. Vol.2, N°3, Oct. 1955, pp.151-152.

WEYMOUTH F. Laboratory Experiments in Physiological Optics.

LOS ANGELES. College of Optometry, 1953.

WILLIAMSON NOBLE et F.F.THOMAS -

Une technique de diagnostic pour prescrire des microlentilles.

Int. Ophtal. Opt. Cong. LONDON, 1961.

WINKELMAN J.E. et WARMOLTZ N. - La photographie de l'oeil à l'aide de lampes-éclairs électroniques.
Rev. Tech. Philips, T.16, 1954, p.50.

WEALE R.A. Changes in corneal curvature following ocular convergence.
Physiological Optica, LONDON, Nov. 1964.